

F4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-62625

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int. Cl. ⁶
G02B 6/00
6/10
6/38

識別記号
306

F I
G02B 6/00 306
6/10 D
6/38

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全13頁)

(21) 出願番号 特願平8-220946
(22) 出願日 平成8年(1996) 8月22日

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 小野 康英
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
(72) 発明者 馬場 彩子
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
(72) 発明者 豊田 幸雄
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

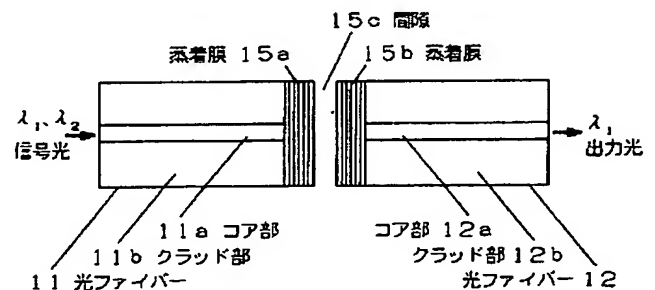
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 波長多重方式による光ファイバー通信において用いられる透過型の波長フィルタを光ファイバー機能素子として実現する。

【解決手段】 光ファイバー保持手段13により保持され端部を有する第1の光ファイバー11と、第1の光ファイバー11の端部を出射した光が入射されるように対向した端部を備え、光ファイバー保持手段14により保持された第2の光ファイバー12とを有し、第1の光ファイバー11の端部及び第2の光ファイバー12の端部は各々反射部15a、15bを有して、第1の光ファイバー11を伝搬した光は、第1の光ファイバー11及び第2の光ファイバー12の端部の反射部間に位置した間隙部15cを反射を繰り返すように伝搬した後、第2の光ファイバー12に伝搬される波長フィルタである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持され端部を有する第 1 の光ファイバーと、前記第 1 の光ファイバーの端部を出射した光が入射されるように対向した端部を有し、前記光ファイバー保持手段により保持された第 2 の光ファイバーとを備え、前記第 1 の光ファイバーの端部及び前記第 2 の光ファイバーの端部は各々反射部を有し、前記第 1 の光ファイバーを伝搬した光は、前記第 1 の光ファイバーの端部の反射部及び前記第 2 の光ファイバーの端部の反射部の間隙部を反射を繰り返すように伝搬した後、前記第 2 の光ファイバーに伝搬される波長フィルタ。

【請求項 2】 光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持された第 1 の光ファイバーと、前記光ファイバー保持手段により保持された第 2 の光ファイバーとを備え、前記第 1 の光ファイバーの光軸方向と所定角度を有する前記第 1 の光ファイバーの端面と、前記第 1 の光ファイバーの端面と平行になるように対向した前記第 2 の光ファイバーの端面と、前記第 1 の光ファイバーの端面と前記第 2 の光ファイバーの端面との間隙部とがエタロン部を構成し、前記エタロン部を經由して、前記第 1 の光ファイバーから前記第 2 の光ファイバーに光が伝搬される波長フィルタ。

【請求項 3】 光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持され光軸方向に対して垂直に切り出された端面に所定の反射率を有する反射膜が設けられた第 1 の光ファイバーと、前記光ファイバー保持手段により保持されて光軸方向に対して垂直に切り出された端面に所定の反射率を有する反射膜が設けられた第 2 の光ファイバーとを有し、前記第 1 の光ファイバーの反射膜と前記第 2 の光ファイバーの反射膜とが平行に対向するように所定の間隔だけ離隔した間隙部を挟んで設置されている波長フィルタ。

【請求項 4】 光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持され光軸方向に対して垂直に切り出された端面及び周期的に屈折率変調されたコア部を有する第 1 の光ファイバーと、前記光ファイバー保持手段により保持され光軸方向に対して垂直に切り出された端面及び周期的に屈折率変調されたコア部を有する第 2 の光ファイバーとを有し、前記第 1 の光ファイバーの反射膜と前記第 2 の光ファイバーの反射膜とが平行に対向するように所定の間隔だけ離隔した間隙部を挟んで設置されている波長フィルタ。

【請求項 5】 間隙部に、光ファイバー中を伝搬する信号光に対して透過性を有する物質が挿入されている請求項 1 から 4 のいずれかに記載の波長フィルタ。

【請求項 6】 さらに、光ファイバー中を伝搬する信号光に対する間隙部の光学的距離を変えるための光学距離変更手段を備えた請求項 1 から 5 のいずれかに記載の波長フィルタ。

【請求項 7】 光学距離変更手段は、信号光に対して透過性及び電気光学効果を奏し間隙部に設けられた物質と、前記物質に電圧を印加するための電圧源とを含む請求項 6 記載の波長フィルタ。

【請求項 8】 光学距離変更手段は、信号光に対して透過性及び非線形光学効果を奏し間隙部に設けられた物質と、前記物質に制御光を供給するための光源とを含む請求項 6 記載の波長フィルタ。

【請求項 9】 光学距離変更手段は、所定の屈折率を有し間隙部に設けられた媒質と、前記媒質を覆う気密室と、前記気密室内の媒質の圧力を制御する圧力制御手段とを含む請求項 6 記載の波長フィルタ。

【請求項 10】 光学距離変更手段が、さらに、気密室に媒質を導入するための媒質導入手段と、前記気密室から前記媒質を排出させるための媒質排出手段とを有する請求項 9 記載の波長フィルタ。

【請求項 11】 光学距離変更手段は、所定の屈折率を有し間隙部に設けられた媒質と、前記媒質を覆う可塑性を有する第 1 の気密室と、前記第 1 の気密室を覆い前記第 1 の気密室との間の空間に所定の媒質が導入可能な第 2 の気密室と、前記第 2 の気密室内の媒質の圧力を制御する圧力制御手段とを含む請求項 6 記載の波長フィルタ。

【請求項 12】 光学距離変更手段が、さらに、前記第 2 の気密室に媒質を導入するための媒質導入手段と、前記第 2 の気密室から前記媒質を排出させるための媒質排出手段とを有する請求項 11 記載の波長フィルタ。

【請求項 13】 光学距離変更手段は、間隙部に設けられた液晶を覆う保持室と、前記液晶に電圧が印加可能な電圧源と、前記液晶に印加される電圧を制御する電圧制御手段とを含む請求項 6 記載の波長フィルタ。

【請求項 14】 光学距離変更手段が、さらに液晶に電圧を印加する一対の電極を有し、光ファイバー保持手段が前記一対の電極を兼ねる請求項 13 記載の波長フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長フィルタに関し、特に、波長多重方式による光ファイバー通信において好適に用いられる波長フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般的に、光ファイバー機能素子の 1 種である光ファイバー回折格子は、光ファイバーのコア部を周期的に屈折率変調した構成を有し、その回折作用により、入射光に対して所定の波長を選択可能等の機能を有する。

【0003】 ここで、光ファイバーとしては、主に赤外波長領域において好適に用いられ得る単一モード光ファイバーを代表的に用いるものとする。

【0004】 さて、このような光ファイバー回折格子の

コア部の屈折率変調の周期を Λ 、コア部の屈折率を n_c とすると、選択される波長 λ_B は、ブラグ(Bragg)条件に従い以下の(数1)のように表される。

【0005】

【数1】

$$\lambda_B = 2 n_c \Lambda$$

【0006】例えば、 $\lambda_B = 1.55 \mu\text{m}$ の光を回折により選択する場合を考える。この波長領域における石英ファイバーのコア部の屈折率 n_c は、約1.447であるから、コア部の屈折率変調の周期 Λ が約0.536 μm である光ファイバー回折格子を用いればよいことがわかる。

【0007】つまり、入射光として所定の信号を有する信号光を用いた場合でも、このような光ファイバー回折格子を用いれば、 λ_B の波長をもつ信号光は、この光ファイバー回折格子で反射され、それ以外の波長の信号光は透過することになる。

【0008】このような機能を有する光ファイバー回折格子を作製する方法については、例えば特表昭62-500052号公報に開示されているように、紫外線照射によるものが挙げられる。

【0009】そして、このように作製された光ファイバー回折格子を基本素子として、例えば光ファイバーと融着することにより、光ファイバーから外に光を取り出すことなく所望の波長が選択され得る波長フィルタを構成し得ることとなる。

【0010】もっとも、所定波長の信号光は、光ファイバー回折格子において反射されることにより選択されるので、実際には、光サーキュレータや光結合器等の光学部品をも接続する必要がある。

【0011】図11は、このような構成の波長フィルタの従来の構成例を示し、入力端40a、入出力端40b、出力端40cが設けられた光サーキュレータ40が、光ファイバー回折格子50に接続されたものである。

【0012】さらに、光サーキュレータ40の入力端40aには、入力光を伝搬する光路である光ファイバー60aが接続され、この光サーキュレータ40と光ファイバー回折格子50との間は、光ファイバ40bで光路が形成され、そして、光サーキュレータ40の出力端40cには、出力光を伝搬する光路である光ファイバー60cが接続されている。

【0013】このような構成において、光サーキュレータ40の入力端40aから信号光が入力されると、入力された信号光は入出力端40bより出力して、光ファイバー回折格子50に向かって入力される。

【0014】そして、光ファイバー回折格子50で予め設定された特定の波長の光のみが選択的に反射され、光サーキュレータ40に向かって伝搬される。但し、この特定波長以外の波長を有する信号光は透過され、外部へ

と導出される。

【0015】選択された信号光は再び光サーキュレータ40の入出力端40bに入力され、光サーキュレータ40の作用により出力端40cより出力される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】このように、光ファイバー回折格子を波長フィルタとして機能させるためには、光サーキュレータ等の光学部品を光ファイバー回折格子に付加する必要があるが、光サーキュレータを用いた場合には、高価なために装置全体の価格も高くなってしまう。

【0017】一方、光結合器を用いると、入出力時に、各々、光が不必要に分配されてしまうため、パワー損失が、最小の場合でも6dBと非常に大きく、実用には適さない。

【0018】さらに、光ファイバー回折格子を可変波長フィルタとして用いる場合には、屈折率変調の周期 Λ 、又はコア部の屈折率 n_c を可変にする必要があるが、これらのパラメータを可変とすることは、光ファイバの物性値自体を変化させることになるので非常に困難でもある。

【0019】本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、光サーキュレータや光結合器等の光学素子を必要とせず、波長多重方式の光通信に使用し得る透過型の波長フィルタを、光ファイバー機能素子として実現し、さらに、その波長フィルタを透過型の選択波長の可変できる可変波長フィルタとして実現することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明による波長フィルタは、光ファイバー保持手段により保持され端部を有する第1の光ファイバーと、第1の光ファイバーの端部を出射した光が入射されるように対向した端部を有し、光ファイバー保持手段により保持された第2の光ファイバーとを有する基本構成であって、第1の光ファイバーの端部及び第2の光ファイバーの端部は各々反射部を有して、第1の光ファイバーを伝搬した光は、第1の光ファイバー及び第2の光ファイバーの端部の反射部間に位置した間隙部を反射を繰り返すように伝搬した後、第2の光ファイバーに伝搬される波長フィルタである。

【0021】このような構成により、光サーキュレータ等の光学素子を必要としない透過型の波長フィルタを、光ファイバー機能素子として実現する。

【0022】さらに、光ファイバー中を伝搬する信号光に対する間隙部の光学的距離を変えるための光学距離変更手段を備えることにより、透過型の可変波長フィルタを実現する。

【0023】

【発明の実施の形態】請求項1に記載した本発明は、光

ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持され端部を有する第 1 の光ファイバーと、前記第 1 の光ファイバーの端部を出射した光が入射されるように対向した端部を有し、前記光ファイバー保持手段により保持された第 2 の光ファイバーとを備え、前記第 1 の光ファイバーの端部及び前記第 2 の光ファイバーの端部は各々反射部を有し、前記第 1 の光ファイバーを伝搬した光は、前記第 1 の光ファイバーの端部の反射部及び前記第 2 の光ファイバーの端部の反射部の間隙部を反射を繰り返すように伝搬した後、前記第 2 の光ファイバーに伝搬される波長フィルタである。

【 0 0 2 4 】このような構成により、複数の波長成分をもつ信号光のうち、所望の波長成分をもつ信号光のみを、光の干渉効果を利用して透過させることができる。

【 0 0 2 5 】より具体的には、請求項 2 に記載したように、光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持された第 1 の光ファイバーと、前記光ファイバー保持手段により保持された第 2 の光ファイバーとを備え、前記第 1 の光ファイバーの光軸方向と所定角度を有する前記第 1 の光ファイバーの端面と、前記第 1 の光ファイバーの端面と平行になるように対向した前記第 2 の光ファイバーの端面と、前記第 1 の光ファイバーの端面と前記第 2 の光ファイバーの端面との間隙部とがエタロン部を構成し、前記エタロン部を経由して、前記第 1 の光ファイバーから前記第 2 の光ファイバーに光が伝搬される波長フィルタである。

【 0 0 2 6 】さらに、具体的には、請求項 3 記載のように、光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持され光軸方向に対して垂直に切り出された端面に所定の反射率を有する反射膜が設けられた第 1 の光ファイバーと、前記光ファイバー保持手段により保持されて光軸方向に対して垂直に切り出された端面に所定の反射率を有する反射膜が設けられた第 2 の光ファイバーとを有し、前記第 1 の光ファイバーの反射膜と前記第 2 の光ファイバーの反射膜とが平行に対向するように所定の間隔だけ離隔した間隙部を挟んで設置されている波長フィルタ、または請求項 4 記載のように、光ファイバー保持手段と、前記光ファイバー保持手段により保持され光軸方向に対して垂直に切り出された端面及び周期的に屈折率変調されたコア部を有する第 1 の光ファイバーと、前記光ファイバー保持手段により保持され光軸方向に対して垂直に切り出された端面及び周期的に屈折率変調されたコア部を有する第 2 の光ファイバーとを有し、前記第 1 の光ファイバーの反射膜と前記第 2 の光ファイバーの反射膜とが平行に対向するように所定の間隔だけ離隔した間隙部を挟んで設置されている波長フィルタである。

【 0 0 2 7 】そして、請求項 5 記載のように、間隙部に、光ファイバー中を伝搬する信号光に対して透過性を有する物質が挿入された構成でもよく、間隙部の光軸方

向の距離精度を向上させる。

【 0 0 2 8 】さらに、請求項 6 記載のように、さらに、光ファイバー中を伝搬する信号光に対する間隙部の光学的距離を変えるための光学距離変更手段を備えた構成を採ってもよい。

【 0 0 2 9 】このような構成により、第 1 の光ファイバー及び第 2 の光ファイバー間の間隙部の光学的距離が変更され、選択波長を変えることができ、可変波長フィルタを実現することとなる。

【 0 0 3 0 】より具体的には、請求項 7 記載のように、光学距離変更手段は、信号光に対して透過性及び電気光学効果を奏し間隙部に設けられた物質と、前記物質に電圧を印加するための電圧源とを含む構成であってもよい。

【 0 0 3 1 】このような構成により、間隙部の物質の屈折率の変化にともない光学的距離が変更され、選択波長を変えることができ、可変波長フィルタを実現することとなる。

【 0 0 3 2 】または、請求項 8 記載のように、光学距離変更手段は、信号光に対して透過性及び非線形光学効果を奏し間隙部に設けられた物質と、前記物質に制御光を供給するための光源とを含む構成であってもよい。

【 0 0 3 3 】このような構成によっても、間隙部の物質の屈折率の変化にともない光学的距離が変更され、選択波長を変えることができ、可変波長フィルタを実現することとなる。

【 0 0 3 4 】または、請求項 9 記載のように、光学距離変更手段は、所定の屈折率を有し間隙部に設けられた媒質と、前記媒質を覆う気密室と、前記気密室内の媒質の圧力を制御する圧力制御手段とを含む構成であってもよい。

【 0 0 3 5 】このような構成により、第 1 の気密室内の媒質の屈折率が変化し、間隙部の光学距離が変更されて選択波長を変えることができ、可変波長フィルタを実現することとなる。

【 0 0 3 6 】ここで、請求項 1 0 記載のように、光学距離変更手段が、さらに、気密室に媒質を導入するための媒質導入手段と、前記気密室から前記媒質を排出させるための媒質排出手段とを有することが好適である。

【 0 0 3 7 】または、請求項 1 1 記載のように、光学距離変更手段は、所定の屈折率を有し間隙部に設けられた媒質と、前記媒質を覆う可塑性を有する第 1 の気密室と、前記第 1 の気密室を覆い前記第 1 の気密室との間の空間に所定の媒質が導入可能な第 2 の気密室と、前記第 2 の気密室内の媒質の圧力を制御する圧力制御手段とを含む構成であってもよい。

【 0 0 3 8 】このような構成により、第 2 の気密室内の圧力が変化して間接的に第 1 の気密室内の媒質の屈折率が変化し、間隙部の光学距離が変更されて選択波長を変えることができ、可変波長フィルタを実現することとな

る。

【0039】ここで、請求項12記載のように、光学距離変更手段が、さらに、前記第2の気密室に媒質を導入するための媒質導入手段と、前記第2の気密室から前記媒質を排出させるための媒質排出手段とを有することが好適である。

【0040】または、請求項13記載のように、光学距離変更手段は、間隙部に設けられた液晶を覆う保持室と、前記液晶に電圧が印加可能な電圧源と、前記液晶に印加される電圧を制御する電圧制御手段とを含む構成であつてもよい。

【0041】このような構成により、液晶の配向が変化され、その結果として間隙部の光学距離が変更されて選択波長を変えることができ、可変波長フィルタを実現することとなる。

【0042】ここで、請求項14記載のように、光学距離変更手段が、さらに液晶に電圧を印加する一対の電極を有し、光ファイバー保持手段が前記一対の電極を兼ねることが好適である。

【0043】以下、図面を参照しつつ、本発明の各実施の形態を説明する。

(実施の形態1) まず、本発明の実施の形態1の波長フィルタについて、図1から図4までを参照し、詳細に説明をする。

【0044】図1及び図3は、本実施形態の波長フィルタの側面図及び要部断面図に各々相当し、11、12は、各々入力側、出力側の光ファイバー、13、14は、各々光ファイバー11、12に対応しこれらを保持するフェノールである。これらのフェノール13、14は、光ファイバーを保持するための一例であり、図2

に、それらの斜視図を示す。

【0045】本実施形態の波長フィルタでは、光ファイバー11、12を光軸と交差するように、例えば光軸方向に垂直に切り出し、切り出された端面に信号光に対して所定の反射率をもつ蒸着膜15a、15bを蒸着し、このような光ファイバー11及び12をそれぞれフェルール13及び14で保持し、各端面が平行になるように、所定の間隙15cでもって対向させた構成を有する。

【0046】ここで、例えば、赤外光と一般的な単一モード光ファイバーを組み合わせる場合には、光ファイバーの断面の中心からクラッド部までの外径は、約250μmと非常に小さいため、基本的に光ファイバー11、12の位置精度が高い保持具が必要であり、フェルール13、14は、このような光ファイバーを保持する固定用の保持具としては好適である。とはいえ、フェルール13、14の代わりに、光ファイバーに外部から光を入射させる際に使用する集光レンズの保持具等の使用も場合によっては可能である。

【0047】また、光ファイバー自体は、波長フィルタ

としての構成の簡便さからいえば、単一モード光ファイバーが好適であるが、所望の波長選択のための構成が複雑にはなることを許せば、マルチモード光ファイバーの使用も可能である。

【0048】また、光ファイバー11、12の端面間の間隔も、用いられる光の波長や求められる波長フィルタの特性等に応じて精度よく所定間隔程離す必要があるが、本実施の形態では、不図示の単一の基盤部材上に、フェルール13、14を介して光ファイバ11、12を取り付けている。なお、フェルール13、14の、間隙15c側の端部13a、14aを光ファイバの切り出し端面よりも互いに突出させて構成し面精度を出し、所定の間隙15cを維持しながら、端部13a、14aを突合せ後、フェルール13、14同士を固定してもかまわない。

【0049】また、光ファイバーの切り出し端面は、それらが平行な部分を有すれば全体が平行でなくともよく、場合によっては、光ファイバーの切り出し端面の切り出し方向は、端面同士が平行であれば、光軸と平行でない限り垂直でない角度であってもよい。

【0050】また、間隙15cは、外気、すなわち空気中で埋められてもよいし、場合によっては、他の環境であってもかまわない。

【0051】また、蒸着膜15a、15bとしては、金やアルミ等の金属薄膜、又は珪素と酸化珪素等の多層膜等が、用いられる光の波長や求められる波長フィルタの特性等に応じて適宜使用可能である。そして、このような蒸着膜は、一般的な電子ビーム蒸着装置又はスパッタ装置等により、切り出された光ファイバーの端面に蒸着されて形成される。

【0052】このような構成において、図3と図4とを主として参照して、本実施形態の波長フィルタの基本原理及び動作を説明する。

【0053】図3は、光ファイバー11、12及び蒸着膜15a、15bのみを抽出した波長フィルタの要部断面図であり、11a、11bは光ファイバー11のコア部及びクラッド部、12a、12bは光ファイバー12のコア部及びクラッド部を各々示す。

【0054】さて、光ファイバー11に入力される所定の波長の信号光は、クラッド部11bよりも屈折率が数%大きいコア部11aに閉じこめられて伝搬し、波長フィルタの作用を有する蒸着膜15a、所定の距離を有する光ファイバー端面間の間隙15c、及び蒸着膜15bに到達する。

【0055】ここで、蒸着膜15a、15bは、信号光に対して所定の反射率をもつように膜厚を調整して蒸着されているので、これらは一体となつて、いわゆる、ファブリ・ペロー (Fabry-Perot) 型の干渉系を構成する。

【0056】そして、特に本実施形態のように、間隙1

5 c が、フェルール 1 3、1 4 を固定することにより一定に保たれている場合、2 枚の鏡を平行にかつ所定の間隔だけ離して対向させて構成されることとなり、この装置はエタロンと呼ばれ、この隙間の距離をエタロンギャップと称する。

【0057】このようなエタロンに光が入射すると、エタロンギャップと特定の関係を持つ光だけが、この 2 枚の鏡の間で干渉を起こし、強められて透過する。つまり、特定の波長を選択的に通過させる透過型の波長フィルタとして機能することになるわけである。

【0058】ここで、エタロンに入射する光のエネルギー透過率の波長依存性は、入射する光の波長、2 枚の鏡の反射率、すなわち本実施形態においては、蒸着膜 1 5

$$T_E = [1 + 4R(1 - R)^{-2} \sin^2(2\pi \Delta \lambda_{FSR}^{-1})]^{-1}$$

【0062】ここで、 $\Delta \lambda_{FSR}$ は共鳴波長の相互間隔 (Free Spectral Range) であり、 $\Delta \lambda$ は m 次 (m は整数) の共鳴波長 λ_m との差を表す ($\Delta \lambda = \lambda - \lambda_m$)。

【0063】また、 $\Delta \lambda_{FSR}$ 、 λ_m および m とは以下の (数 3) の関係で結ばれている。

【0064】

【数 3】

$$\Delta \lambda_{FSR} = \lambda_m / m$$

【0065】また、m 次の共鳴波長 λ_m は、信号光の媒質に対する屈折率を n、エタロンギャップを d として次の (数 4) の関係を満たす。

【0066】

【数 4】

$$2\pi n d / \lambda_m = m\pi$$

【0067】さて、 $\lambda_m = 1.55 \mu\text{m}$ 、 $n = 1.5$ の

$$\Delta \lambda_{FWHM} = \pi^{-1} \Delta \lambda_{FSR} \sin^{-1} [0.5(1 - R)R^{-0.5}]$$

【0071】例えば、 $R = 95\%$ となるように、蒸着膜の材料を選択しかつ膜厚を調節するとこの波長フィルタの半値全幅として、 $\Delta \lambda_{FWHM} \approx 0.25 \text{ nm}$ が得られることになる。

【0072】このようにして、エタロンギャップ d および蒸着膜の反射率 R を適切に設定することにより、得られたエタロンの波長に対する透過特性を、図 4 に示す。

【0073】ここで、入力される信号光が、2 つの波長成分 λ_1 及び λ_2 を代表的に有していると考え、蒸着膜 1 5 a、所定の距離を有する光ファイバー端面間の間隙 1 5 c、及び蒸着膜 1 5 b、つまり図 4 の透過特性を有するエタロンに到達後、波長 λ_1 の成分の信号光のみが、光ファイバー 1 2 のコア部 1 2 a に出射されることになる。

【0074】その後、波長 λ_1 の成分の信号光は、光ファイバー 1 2 のコア部 1 2 a に沿って伝搬され、光ファイバ 1 2 から出射されるため、所望の波長を選択することのできる透過型の波長フィルタが形成されたことになる。

a、1 5 b の反射率 R、間隙 1 5 c の距離であるエタロンギャップ d、及び 2 枚の鏡の間を満たす空気等の媒質の屈折率 n により決定される。

【0059】よって、波長 λ_1 の光を透過させるためには、蒸着膜 1 5 a、1 5 b の反射率 R 及びエタロンギャップ d を適切に設計すればよいことになる。

【0060】例えば、損失の機構を含まない理想的な場合について代表して考えると、エタロンの透過率 T_E は蒸着膜の反射率を R、信号光のもつ波長を λ として次の (数 2) ように表すことができる。

【0061】

【数 2】

場合について考え、 $\Delta \lambda_{FSR} = 31 \text{ nm}$ となるようにエタロンギャップ d を最適化すると、 $d \approx 25.8 \mu\text{m}$ である。

【0068】すなわち、端面 1 5 a、1 5 b 間の間隙 1 5 c が、 $25.8 \mu\text{m}$ となるように 2 本の光ファイバーを設置し、かつエタロンギャップを埋める媒質の屈折率が 1.5 であるように波長フィルタを構成すると、選択波長 $1.55 \mu\text{m}$ が得られることがわかる。

【0069】また、蒸着膜 1 5 a、1 5 b の反射率 R は、蒸着膜の材料の選択や膜厚の調節により適宜制御することができる。エタロンの透過率 T_E の式より、共鳴波長の透過率と比べてその透過率が半分まで下がる領域における波長幅、すなわち波長の半値全幅 $\Delta \lambda_{FWHM}$ を計算すると、以下の (数 5) で表わされる。

【0070】

【数 5】

【0075】以上のように、本実施の形態の波長フィルタでは、第 1 の光ファイバーの光軸と交差する第 1 の端面に第 1 の反射膜を設け、第 2 の光ファイバーの光軸と交差する第 2 の端面に第 2 の反射膜を設け、それらが平行になるように対向して配置された構成を有し、光サーキュレータ等の光学素子の必要性がないきわめて簡便な構成により、確実に波長選択機能を呈し得る波長フィルタを実現できたものである。

【0076】(実施の形態 2) 次に、本発明の実施の形態 2 の波長フィルタについて、図 5 を参照し、詳細に説明をする。

【0077】図 5 は、本実施の形態の波長フィルタの要部断面図であり、光ファイバー 1 1 及び 1 2 の端面から光軸に沿ったコア部 1 1 a、1 2 a の所定部分に、周期的に屈折率変調された光ファイバー回折格子 1 1 c 及び 1 2 c が、波長フィルタの光軸方向に対向するように形成されていることを除き、実施の形態 1 と同様の構成である。

【0078】本実施の形態の波長フィルタの構成では、

光ファイバー回折格子 1 1 c 及び 1 2 c が所定の反射率を有する鏡となり、その間の間隙がエタロンギャップとなり、エタロンを形成することになる。

【0079】従って、本実施の形態の波長フィルタの動作も、実施の形態 1 のものと同様であり、光ファイバー回折格子 1 1 c 及び 1 2 c の対向のさせかたも、エタロンとして必要な機能を呈し得る範囲内で適宜設定が可能である。

【0080】本実施の形態におけるエタロンの反射率は、光ファイバー回折格子 1 1 c、1 2 c のパラメータ、例えば屈折率変調の変調振幅や回折格子の長さを適切に制御することにより調節することができる。

【0081】具体的には、これらのパラメータは、光ファイバー回折格子 1 1 c、1 2 c を形成するために用いられる光源、例えばクリプトン・フッ素エキシマレーザ（発振波長約 2 4 8 nm）の強度を調節することにより、適宜設定をすることができる。

【0082】さらに、光ファイバー回折格子 1 1 c、1 2 c の屈折率変調の周期は、必ずしも一定である必要はなく、屈折率変調の周期を一定の割合で徐々に長く又は短くしてゆく、いわゆるチャープ光ファイバー回折格子（Chirped Fiber Grating）を使用することができる。

【0083】このように、チャープ光ファイバー回折格子を用いた場合には、コア部の変調周期が一定である光ファイバー回折格子より帯域幅がより稼げるので、より広い波長領域の信号光に対して波長フィルタとして使用することができる利点を有する。

【0084】なお、本実施の形態においては、第 1 の実施の形態において必須であった蒸着膜は必須ではないが、求められる波長フィルタの特性等に応じて蒸着膜を付加した構成を採ってもよい。

【0085】以上のように、本実施の形態の波長フィルタにおいても、第 1 の光ファイバーの光軸と交差する第 1 の端面側のコア部に第 1 の回折格子を設け、第 2 の光ファイバーの光軸と交差する第 2 の端面側のコア部に第 2 の回折格子を設け、第 1 の回折格子と第 2 の回折格子が光軸方向に対向するように配置された構成を有し、きわめて簡便な構成により、入力光のより幅広い波長範囲に対応可能な波長選択機能を呈し得る波長フィルタを実現できたものである。

【0086】（実施の形態 3）次に、本発明の実施の形態 3 の波長フィルタについて、図 6 を参照し、詳細に説明をする。

【0087】図 6 は、本実施の形態の波長フィルタの要部断面図であり、第 1 の実施の形態における蒸着膜 1 5 a 及び 1 5 b の間隙 1 5 c の部分に、透明物質層 1 6 が付加されていることを除き、実施の形態 1 と同様の構成であり、動作も同様である。

【0088】ここで「透明」とは、信号光がこの物質内

でほとんど吸収されないことを意味し、透明物質の材料としては、例えば二酸化珪素を挙げることができる。また、この透明物質層 1 6 の厚みに、この透明物質の信号光に対する屈折率をかけたものが実効的なエタロンギャップ、すなわち信号光が感じる光学的距離となる。

【0089】この透明物質層 1 6 は、一般的な電子ビーム蒸着装置又はスパッタ装置等により、光ファイバーの端面の蒸着膜 1 5 a 又は 1 5 b 上に堆積して形成されるため、透明物質層 1 6 の厚みの精度は、用いる蒸着装置等の精度で決定され、数 nm 程度のオーダーで制御可能である。

【0090】そして、このように透明物質層 1 6 を設けた後で、その一方の蒸着膜 1 5 a または 1 5 b と接触させ、双方の光ファイバ 1 1、1 2 を固定して波長フィルタを構成する。

【0091】よって、本実施の形態では、透明物質層を設けることにより、波長選択の精度に与える影響の大きいエタロンギャップが、数 nm 程度のオーダーで制御できることになり、きわめて高精度で、かつその制御自由度の高い波長フィルタを実現できる。

【0092】なお、本実施の形態における透明物質層は、実施の形態 2 で説明した構成にも適用可能であり、すなわち図 5 の構成において、光ファイバー回折格子 1 1 c、1 2 c の間に、透明物質層を形成してもよい。

【0093】（実施の形態 4）次に、本発明の実施の形態 4 の波長フィルタについて説明をする。

【0094】実施の形態の波長フィルタは、第 3 の実施の形態における透明物質層 1 6 が、電気光学効果を有する物質を用いて形成され、この透明物質層 1 6 に電圧を供給する不図示の外部電圧源を備えた構成を有すること以外は、実施の形態 3 と同様の構成である。

【0095】ここでいう電気光学効果とは、物質に電圧が印加されることにより、その物質中を伝搬する信号光のその物質に対する屈折率が変化する効果を意味する。

【0096】例えば、赤外領域の信号光に対して、透明でかつ電気光学効果を奏する物質には、チタン酸バリウム（BaTiO₃）やガリウム砒素（GaAs）等が挙げられる。

【0097】本実施の形態の波長フィルタにおいて、外部電圧源から透明物質層 1 6 に電圧が印加されないときには、実施の形態 3 の波長フィルタと同様の動作をする。

【0098】それに対して、外部電圧源から透明物質層 1 6 に電圧が印加されると、電気光学効果により、信号光に対する透明物質層 1 6 の屈折率が変化する。

【0099】この場合、透明物質層 1 6 の厚みは一定であるが、この屈折率変化により信号光に対するエタロンギャップ d は実効的に変化する。

【0100】つまり、この実効的なエタロンギャップを d' とすると、エタロンギャップ d、透明物質層 1 6 の

屈折率 n とは、以下の (数 6) の関係にある。

【 0 1 0 1 】

【 数 6 】

$$d' = n d$$

【 0 1 0 2 】 エタロンに対して共鳴する波長、すなわち選択される波長は、実効的なエタロンギャップにより決定されるので、このように外部電圧源の電圧を変化させ透明物質層 1 6 の屈折率を変化させることにより、実効的なエタロンギャップが変化し、結果として、波長フィルタにより選択される波長は対応して変化する。

【 0 1 0 3 】 よって、本実施形態の波長フィルタは、可変波長フィルタとしての機能を呈する。

【 0 1 0 4 】 以上より、本実施の形態の波長フィルタは、透明物質層 1 6 の屈折率を変化させ得る構成を有し、透過型の光ファイバー波長フィルタを実現し、さらに所望の波長をもつ信号光を電圧という比較的制御が容易なパラメータにより選択することができる。

【 0 1 0 5 】 (実施の形態 5) 次に、本発明の実施の形態 5 の波長フィルタについて、説明をする。

【 0 1 0 6 】 実施の形態の波長フィルタは、第 3 の実施の形態における透明物質層 1 6 が、非線形光学効果を奏する物質を用いて形成され、この透明物質層 1 6 に、制御光を供給するための不図示の外部光源を付加した構成を有する点以外は、同様の構成を有する。

【 0 1 0 7 】 ここで非線形効果とは、屈折率に代表して説明をすると、以下のようなものである。

【 0 1 0 8 】 一般的に、媒質中を伝搬する光のその媒質に対する屈折率 n は伝搬する光の波長 λ 及びその電場 E の大きさに依存して変化する。

【 0 1 0 9 】 すなわち、屈折率 n は、電場 E を用いて次の (数 7) のように表される。

【 0 1 1 0 】

【 数 7 】

$$n = n_0(\lambda) + n_1 |E| + n_2 |E|^2 + \dots$$

【 0 1 1 1 】 ここで n_0 は伝搬する光の波長 λ に依存する項、 n_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) は $|E|^k$ に比例する項の係数である。

【 0 1 1 2 】 しかし、電場 E が小さいときには n_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) が非常に小さいために、 n は近似的に以下の (数 8) で示される。

【 0 1 1 3 】

【 数 8 】

$$n \approx n_0(\lambda)$$

【 0 1 1 4 】 一方、伝搬する光の電場 E が大きくなっていく場合には、電場の大きさに依存する項の効果が無視できなくなるが、電場の大きさ $|E|$ に比例する項は、光の場合にはその周波数が大きくかつ超短パルスでない限り顕著にはその効果を呈さない。すなわち、主に電場の強度、すなわち電場の 2 乗に比例する効果が支配的になる。このように屈折率等が、電場の大きさや電場の強

度に比例する効果を非線形光学効果という。

【 0 1 1 5 】 このような非線形光学材料としては、種々の公知の非線形光学効果を呈する無機材料や有機材料が使用できるが、赤外領域の信号光に対して、透明であつてかつ非線形効果を奏する物質には、例えば特開平 7 - 1 8 1 5 3 2 号公報に開示された有機系非線形光学材料、フルオロアルキルスルホニル基を導入した π 電子共役系の環状化合物等が挙げられる。

【 0 1 1 6 】 また、外部光源としては例えば半導体レーザを用いることができ、この外部光源からの制御光の供給は、例えば透明物質層 1 6 の側面から照射して行なえばよい。

【 0 1 1 7 】 さて、本実施の形態の波長フィルタの動作は、外部光源から透明物質層 1 6 に制御光が照射されないときには、実施の形態 3 の波長フィルタと同様の動作をする。

【 0 1 1 8 】 それに対して、外部光源から透明物質層 1 6 に制御光が照射されると、透明物質層 1 6 の透明物質の非線形光学効果により、信号光に対する透明物質層 1 6 の屈折率が、制御光の強度に応じて変化する。

【 0 1 1 9 】 この制御光の強度は、外部光源が半導体レーザの場合、駆動電流により制御することができる。

【 0 1 2 0 】 このように透明物質層 1 6 の屈折率を変化させると、実施の形態 4 と同様に、実効的なエタロンギャップが変化し、結果として、波長フィルタにより選択される波長は対応して変化する。

【 0 1 2 1 】 よって、本実施形態の波長フィルタも、可変波長フィルタとしての機能を呈する。

【 0 1 2 2 】 以上より、本実施の形態の波長フィルタは、透明物質層 1 6 の屈折率を変化させ得る構成を有し、透過型の光ファイバー波長フィルタを実現し、さらに所望の波長をもつ信号光を電流という比較的制御が容易なパラメータにより選択することができる。

【 0 1 2 3 】 さらに、制御光を照射すべき領域、すなわちエタロンギャップ d は、数十 μm のオーダーで非常に小さく、外部光源から出射される光を効率よく制御光として使用することができる。

【 0 1 2 4 】 (実施の形態 6) 次に、本発明の実施の形態 6 の波長フィルタについて、図 7 と図 8 を参照して説明をする。

【 0 1 2 5 】 図 7 は、本実施の形態の波長フィルタの斜視図であり、図 8 は、本実施の形態の波長フィルタの断面図である。

【 0 1 2 6 】 本実施の形態では、実施の形態 1 の波長フィルタ又は実施の形態 2 における波長フィルタを、気密室 1 9 で密閉した基本構成を有する。入出力用の光ファイバー 1 1、1 2 は、気密室 1 9 より延出させる必要があるが、気密室 1 9 の気密を破らないように充填剤等を埋め込んだ延出部を構成してある。

【 0 1 2 7 】 そして、媒質導入部 1 7 及び媒質排気部 1

8を、各々制御栓17a、18aを介して気密室19に接続し、初期状態としては、気密室19内及び媒質導入部17には、気体、例えば窒素ガスが充填されている。

【0128】前述したように、光ファイバー11及び12の間隙は、エタロンギャップとしてエタロンの構成要素となるが、本実施の形態では、信号光にとっての実効的なエタロンギャップ d' とは、隙間の物理的な距離 d にこの隙間を埋める気体、例えば窒素ガスの信号光に対する屈折率 n をかけたものである。

【0129】実施の形態1や実施の形態2の波長フィルタにおいては、このエタロンギャップ自体を変化させることはできないが、本実施の形態の波長フィルタにおいても、実効的なエタロンギャップを変化させることにより、選択波長を可変とする可変波長フィルタを実現することができる。

【0130】まず、制御栓17a及び18aが、各々閉栓している状態にあるとする。この場合は、本実施の形態の波長フィルタは、実施の形態1等の波長フィルタと同様の動作をするに過ぎない。

【0131】ついで、制御栓17aのみを開栓して、一定量の窒素ガス等の媒質を媒質導入部17から気密室19に導入し、再び制御栓17aを閉栓すると、気密室19内の気圧は、導入された窒素ガスに応じて上昇する。

【0132】このように気密室19内の気圧が高くなると、その媒質中を伝搬する光の伝搬速度は遅くなり、伝搬光に対する屈折率は高くなる。

【0133】よって、実効的なエタロンギャップは、屈折率が高くなったことに対応して大きくなり、選択される波長は、媒質を導入する前に選択していた波長に比べて長くなることになる。

【0134】そして、制御栓18aのみを開栓して、一定量の窒素ガス等の媒質を、気密室19から媒質排気部18に排気し、再び制御栓18aを閉栓すると、気密室

$$\Delta n_{\max} = 2\lambda_m \Delta \lambda_{\max} / (2d \Delta \lambda_{\text{FSR}}) = 193.8 \times 10^{-4}$$

【0144】この屈折率変化を実現するために必要な圧力変化は、以下のようにして求めることができる。

【0145】すなわち、波長が $\lambda = 1.30 \mu\text{m}$ における窒素の屈折率 n は、常温、1気圧において以下の(数11)で示される。

【0146】

【数11】

$$\Delta n_0 : \Delta n_{\max} = (1 \text{ 気圧}) : (\Delta \lambda_{\max} = 10 \text{ nmに必要の圧力})$$

【0149】よって、波長を10nm変動させるために必要な圧力は、約71気圧と見積れ、例えば気密室19内の圧力を約71気圧変化させることにより、 $\pm 10 \text{ nm}$ の幅で可変させることができることとなる。

【0150】以上より、本実施の形態の波長フィルタは、エタロンギャップ内の媒質の屈折率を変化させ得る構成を有し、透過型の光ファイバー波長フィルタを実現

19内の気圧は低くなる。

【0135】すると、気密室19の媒質の中を伝搬する光の伝搬速度は早くなり、結果として伝搬光に対する屈折率は小さくなる。

【0136】よって、この場合には実効的なエタロンギャップは短くなり、媒質を排気する前に選択していた波長に比べて、このフィルタで選択される波長は短くなる。

【0137】以上より、気密室19内の圧力を制御することにより、媒質の選択波長を可変とすることができ、可変波長フィルタが実現されたことが理解できる。

【0138】なお、媒質として使用可能な気体としては、圧力変化に対して屈折率が適切に変化する気体であればよく、例えば屈折率が比較的大きいクロロホルム等であってもよい。

【0139】例えば、屈折率が n のときに、エタロンの共鳴波長が $\lambda_s = 1.55 \mu\text{m}$ である場合、そこから選択波長を $\pm \Delta \lambda_{s,s} = \pm 10 \text{ nm}$ の幅で可変とするために必要な屈折率変化 $\Delta n_{s,s}$ は、以下のようにして求めることができる。

【0140】信号光の媒質に対する屈折率 n は、選択波長 λ_s 、エタロンギャップ d 、および $\Delta \lambda_{s,s}$ を用いて以下の(数9)で表わされる。

【0141】

【数9】

$$n = \lambda_{s,s} / (2d \Delta \lambda_{\text{FSR}})$$

【0142】また、共鳴波長 $\lambda_s = 1.55 \mu\text{m}$ に最適化された $\Delta \lambda_{s,s} = 10 \text{ nm}$ 、 $d = 25.8 \mu\text{m}$ 、 $\Delta \lambda_{s,s} = 31 \text{ nm}$ を代入すると必要とされる屈折率変化は、以下の(数10)で表わされる。

【0143】

【数10】

$$n = 1.0002735 = 1 + \Delta n_0$$

【0147】なお、 $\Delta n_0 = 2.735 \times 10^{-4}$ である。ここで、温度一定の条件では気体の屈折率変化 $\Delta n (= 1 - n)$ は、圧力に比例するので、以下の(数12)の関係が成立する。

【0148】

【数12】

し、さらに所望の波長をもつ信号光を圧力という比較的制御が容易なパラメータにより選択することができる。

【0151】(実施の形態7)次に、本発明の実施の形態7の波長フィルタについて、図9を参照して説明をする。

【0152】図9は、本実施の形態の波長フィルタの断面図であり、気密室19を可塑性を有する物質、例えば

合成ゴム、プラスチック等で形成し、さらに気密室 1 9 全体を覆うようにさらなる気密室 2 0 で密閉し、この気密室 2 0 へ媒質導入部 1 7 及び媒質排気部 1 8 をそれぞれ制御栓 1 7 a、1 8 a を介して接続した構成を有し、気密室 1 9 と気密室 2 0 の内部には気体、例えば窒素ガスが充填可能であること以外、実施の形態 6 と同様の構成を有する。

【0 1 5 3】以上の構成において、制御栓 1 7 a 及び 1 8 a がそれぞれ閉栓している初期状態においては、本実施の形態の波長フィルタも、第 1 の実施の形態等における波長フィルタと同様の動作を有する。

【0 1 5 4】ついで、制御栓 1 7 a のみを開栓して一定量の窒素ガス等の媒質を媒質導入部 1 7 から気密室 2 0 に導入し、再び制御栓 1 7 a を閉栓すると、このとき、気密室 2 0 内の気圧は増加する。

【0 1 5 5】この圧力の増加により、可塑性を有する物質より構成される気密室 1 9 はその容積を減少する方向に押圧され、これにより、気密室 1 9 内に充填された窒素ガス等の媒質の圧力は、増加する。

【0 1 5 6】このように、気密室 1 9 内の媒質内の圧力が増加すると、その媒質の中を伝搬する光の伝搬速度は遅くなり、伝搬光に関する屈折率は大きくなる。

【0 1 5 7】つまり、実効的なエタロンギャップは、屈折率が大きくなった分に対応し大きくなり、選択される波長は、媒質を導入する前に選択していた波長に比べて長くなる。

【0 1 5 8】次に、制御栓 1 8 a のみを開栓して、一定量の窒素ガス等を気密室 1 9 から媒質排気部 1 8 に排気し、再び制御栓 1 8 a を閉栓すると、このときは、前の場合とは逆に、気密室 2 0 内の気圧は減少する。

【0 1 5 9】つまり、この圧力の減少により、可塑性を有する物質より構成される気密室 1 9 はその容積を増加され、これにより気密室 1 9 内に充填された窒素ガスの圧力は減少する。

【0 1 6 0】このように、気密室 1 9 内に充填された窒素ガスの圧力が減少すると、媒質の中を伝搬する光の伝搬速度は早くなり、結果として伝搬光に関する屈折率は低くなる。

【0 1 6 1】つまり、実効的なエタロンギャップは短くなって、媒質を排気する前に選択していた波長に比べてこの波長フィルタで選択される波長は短くなる。

【0 1 6 2】よって、本実施の形態でも、気密室 1 9 内の圧力を制御することにより、媒質の選択波長を可変とすることができ、可変波長フィルタが実現されたことが理解できる。

【0 1 6 3】以上より、本実施の形態の波長フィルタも、エタロンギャップ内の媒質の屈折率を変化させ得る構成を有し、透過型の光ファイバー波長フィルタを実現し、さらに所望の波長をもつ信号光を圧力という比較的制御が容易なパラメータにより選択することができる。

【0 1 6 4】さらに、エタロンのギャップを、可塑性を有する物質より構成される気密室 1 9 に外圧をかけて間接的に変化させるため、エタロンが形成されている部分は完全に密封することができ、装置の安定性を増加させるという効果が得られる。

【0 1 6 5】（実施の形態 8）次に、本発明の実施の形態 8 の波長フィルタについて、図 1 0 を参照して説明をする。

【0 1 6 6】図 1 0 は、本実施の形態の波長フィルタの断面図であり、実施の形態 1 又は実施の形態 2 における波長フィルタを、液晶材料を充填・保持する気密室 1 9 で密閉し、さらにフェルール 1 3、1 4 に連絡された電圧源 2 1 を設けた構成である以外、実施の形態 6 の構成と同様である。但し、フェルール 1 3 及び 1 4 は、液晶材料に対して電圧が印加可能な電極となり得る物質で作製されており、フェルール 1 3、1 4 と電圧源 2 1 との配線は、延出部が絶縁性物質等で埋められて気密室 1 9 の気密性を切らないようになされている。

【0 1 6 7】もちろんフェルール 1 3、1 4 を電極となり得る物質で構成する代わりに、フェルール 1 3、1 4 に別体の電極を形成し、電圧源 2 1 と配線してもよい。

【0 1 6 8】本実施の形態でも、光ファイバー 1 1 及び 1 2 の間の間隙が、エタロンギャップとしてエタロンの構成要素となり、信号光にとっての実効的なエタロンギャップとは、隙間の物理的な距離にこの隙間を埋める液晶材料の信号光に関する屈折率をかけたものである。

【0 1 6 9】以上の構成において、電圧源 2 1 からフェルール 1 3 及び 1 4、又はフェルール 1 3 及び 1 4 の周りに形成された電極に電圧が印加されると、液晶材料は電圧の大きさによりその配向を変化させる。

【0 1 7 0】このように液晶材料の配向が変化すると、液晶中を伝搬する信号光の液晶材料に対する屈折率、つまりエタロンギャップを満たしている液晶材料の屈折率が変化し、エタロンギャップが実効的に変化する。

【0 1 7 1】つまり、実効的なエタロンギャップが、屈折率が大きくなった分に対応し大きくなれば、選択される波長は長くなり、実効的なエタロンギャップが、屈折率が小さくなった分に対応し小さくなれば、選択される波長は短くなる。

【0 1 7 2】よって、本実施の形態でも、液晶材料の配向状態、つまり屈折率を制御することにより、選択波長を可変とすることができ、可変波長フィルタが実現されたことが理解できる。

【0 1 7 3】以上より、本実施の形態の波長フィルタも、エタロンギャップ内の液晶材料の屈折率を変化させ得る構成を有し、透過型の光ファイバー波長フィルタを実現し、さらに所望の波長をもつ信号光を電圧という比較的制御が容易なパラメータにより選択することができる。

【0 1 7 4】

【発明の効果】以上のように、本発明に基づいた波長フィルタは、透過型の光ファイバーフィルタであって、従来の構成において課題であった、光ファイバー回折格子や光サーキュレータ等の高額な部品を必要としない簡便な基本構成を実現できる。

【0175】さらに、発明は上記波長フィルタにいくつかの構成要素を付加することにより、選択波長を自由に変えられる、いわゆる波長可変なフィルタを実現することができる。

【0176】その際、選択波長は制御が比較的容易な圧力や電圧や光強度といったパラメータにより、精度よく選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における波長フィルタの側面図

【図2】同フェルールの斜視図

【図3】同波長フィルタの要部断面図

【図4】同エタロンの透過特性の一例を示す説明図

【図5】本発明の実施の形態2における波長フィルタの要部断面図

【図6】本発明の実施の形態3における波長フィルタの要部断面図

【図7】本発明の実施の形態6の可変波長フィルタの斜視図

【図8】同可変波長フィルタの要部断面図

【図9】本発明の実施の形態7の可変波長フィルタを示す要部断面図

【図10】本発明の実施の形態8の可変波長フィルタを

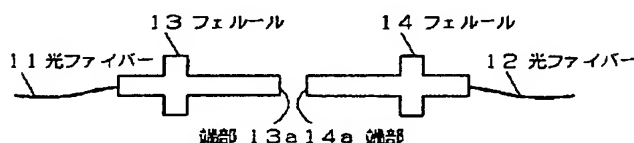
示す要部断面図

【図11】従来の光ファイバー回折格子を用いた波長フィルタの説明図

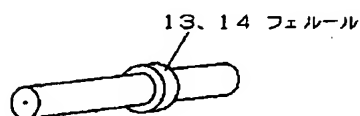
【符号の説明】

- 11 光ファイバー
- 11a コア部
- 11b クラッド部
- 11c 光ファイバー回折格子
- 12 光ファイバー
- 12a コア部
- 12b クラッド部
- 12c 光ファイバー回折格子
- 13 フェルール
- 14 フェルール
- 15a 蒸着膜
- 15b 蒸着膜
- 15c 間隙
- 16 透明物質
- 17 媒質導入部
- 17a 制御栓
- 18 媒質排気部
- 18a 制御栓
- 19 気密室
- 20 気密室
- 21 電圧源
- 40 光サーキュレータ
- 50 光ファイバー回折格子

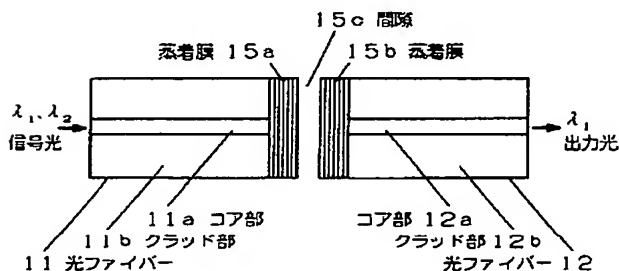
【図1】



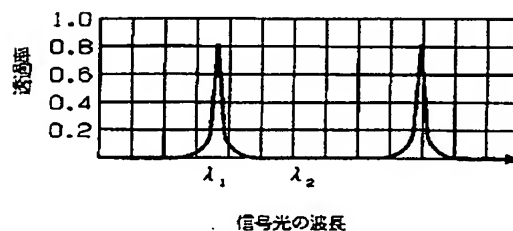
【図2】



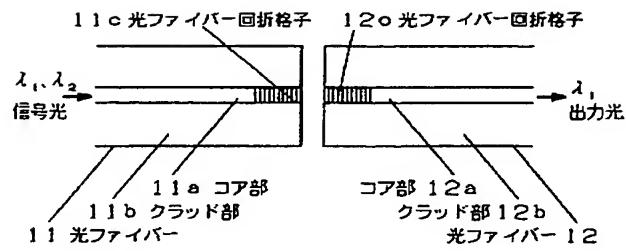
【図3】



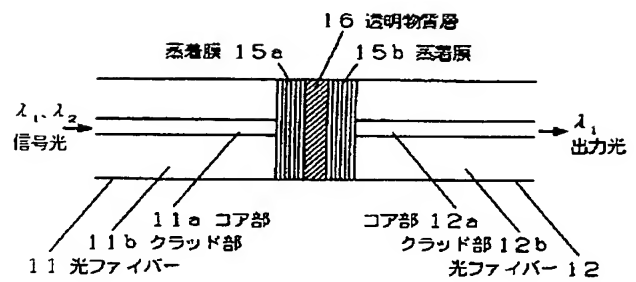
【図4】



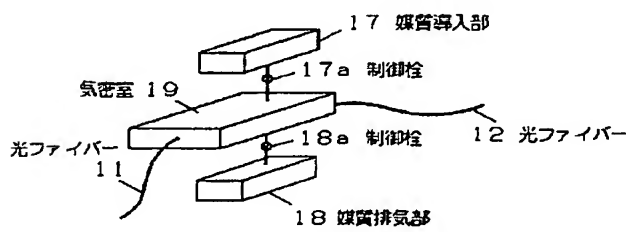
【図 5】



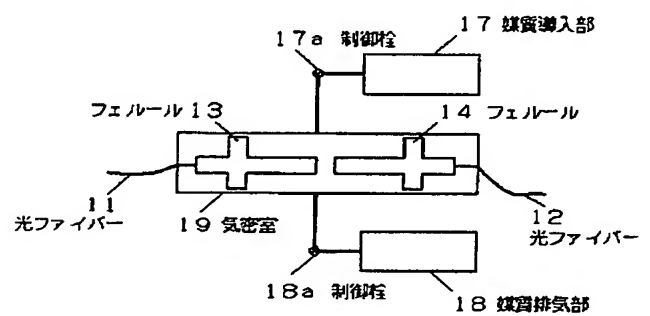
【図 6】



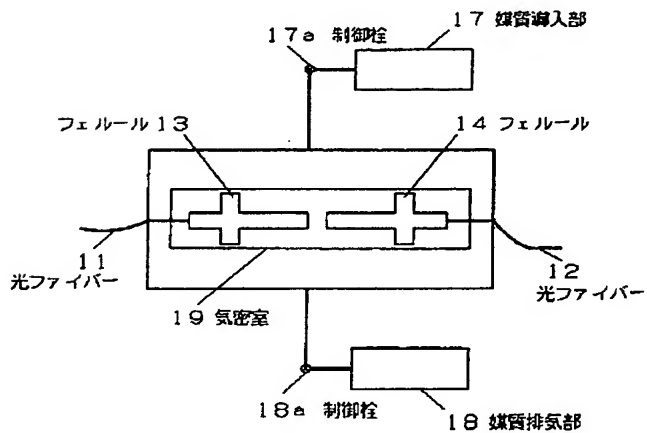
【図 7】



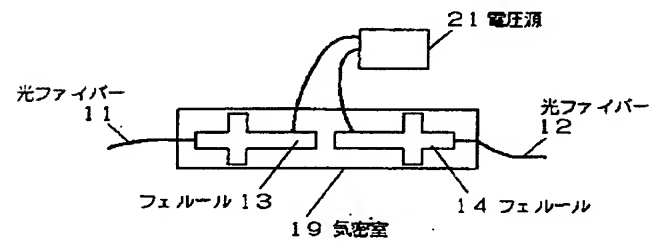
【図 8】



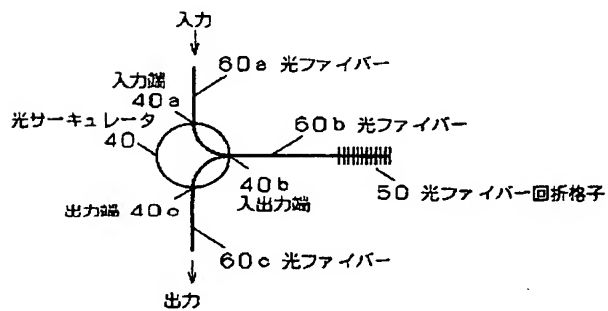
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 武内 喜則
神奈川県川崎市多摩区東三田 3 丁目10番 1
号 松下技研株式会社内



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10062625 A**(43) Date of publication of application: **06.03.98**

(51) Int. Cl. **G02B 6/00**
G02B 6/10
G02B 6/38

(21) Application number: **08220946**(22) Date of filing: **22.08.96**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **ONO YASUhide**
BABA AYAKO
TOYODA YUKIO
TAKEUCHI YOSHINORI

(54) **WAVELENGTH FILTER**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a transmission type wavelength filter used for optical fiber communications by wavelength multiplex system as a function element of an optical fiber.

SOLUTION: The wavelength filter is provided with the first optical fiber 11 held by an optical fiber holding means and having an end part, and the second optical fiber 12 provided with an end part which faces the end part of the first optical fiber and through which an outgoing light from the end part of the first optical fiber 11 comes in, and held by the optical fiber holding means. The end part of the first optical fiber 11 and the end part of the second optical fiber 12 have reflecting parts 15a, 15b respectively. A light propagated through the first optical fiber 11 is propagated through a gap 15c positioned between the reflecting parts of the end parts of the first optical fiber 11 and the second optical fiber 12 while reflection is repeated, and then propagated to the second optical fiber 12.

